

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : **11-078015**

(43) Date of publication of application : **23.03.1999**

(51)Int.Cl. **B41J 2/045**
B41J 2/055
B41J 2/16

(21) Application number : **10-203125**

(71) Applicant : **SEIKO EPSON CORP**

(22) Date of filing : **17.07.1998**

(72) Inventor : **MITSUZAWA TOYOHICO**
AKAHA FUJIO
SAKAI MARI

(30)Priority

Priority number : **09194499** Priority date : **18.07.1997** Priority country : **JP**

(54) INK JET RECORDING HEAD AND INK JET RECORDER

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To protect a contact part against crack, breakage, or the like, due to concentration of stress without sacrifice of displacement efficiency.

SOLUTION: The ink jet recording head comprises a plurality of pressure generation chambers 12 communicating with a nozzle opening, and a piezoelectric element 300 including at least a lower electrode 60, a piezoelectric layer 70, and an upper electrode 80 formed in a region corresponding to the pressure generation chamber 12a. Displacement of a piezoelectric actuator is increased by locating the joint of the piezoelectric element 300 and a lead electrode 100 for applying a voltage to the piezoelectric element 300 in a region facing a channel communicating with the pressure generation chamber 12 except the region facing the pressure generation chamber 12.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the ink jet type recording head in which the piezoelectric device which contains a bottom electrode, a piezo

electric crystal layer, and an upper electrode at least was formed to the field corresponding to two or more pressure generating rooms which are open for free passage to a nozzle orifice, and this pressure generating room The ink jet type recording head characterized by being prepared in the passage which the connection of the Read electrode for impressing an electrical potential difference to said piezoelectric device and the piezoelectric device concerned opens for free passage in said pressure generating rooms other than the field which counters said pressure generating room, and the field which counters.

[Claim 2] The ink jet type recording head characterized by being prepared in the field to which it is open for free passage at the edge distant from said nozzle orifice of said pressure generating room, and has the narrow section with either [at least] width of face or the depth smaller than the pressure generating room concerned, and the free passage section which is open for free passage in said pressure generating room through the narrow section concerned in claim 1, and the connection of said piezoelectric device and said Read electrode counters said free passage section.

[Claim 3] In claim 2, the width of face of said narrow section is formed more narrowly than that of said pressure generating room. Said upper electrode is formed independently for every field which counters said pressure generating room more narrowly than the width of face of the pressure generating room concerned. And the ink jet type recording head characterized by being formed so that the part prepared in the field which counters said free passage section through the narrow Read section prepared in the part which counters said narrow section may be followed.

[Claim 4] In claim 2, the width of face of said narrow section is formed more narrowly than that of said pressure generating room. Said upper electrode is formed independently for every field which counters said pressure generating room more narrowly than the width of face of the pressure generating room concerned. And it is formed so that the part prepared in the field which counters said free passage section through the narrow Read section prepared in the part which counters said narrow section may be followed. The ink jet type recording head characterized by forming said piezo electric crystal layer in the field which counters said pressure generating room corresponding to said upper electrode, and installing it by abbreviation same width of face to the field corresponding to said narrow section and said free passage section.

[Claim 5] In claim 2, the width of face of said narrow section is formed more narrowly than that of said pressure generating room. Said piezo electric crystal layer and said upper electrode are formed independently for every field which counters said pressure generating room more narrowly than the width of face of the pressure generating room concerned. And the ink jet type recording head characterized by being formed so that the part prepared in the field which counters said free passage section through the narrow Read section prepared in the part which counters said narrow section may be followed.

[Claim 6] The ink jet type recording head characterized by setting they being [any of claims 3-5], and forming in R configuration the boundary section with the part of the field which counters said Read section formed in narrow, and the part and said free passage section of the field which counters said pressure generating room.

[Claim 7] It is the ink jet type recording head which sets they to be [any of claims 2-6], and is characterized by said free passage section consisting of common passage which said each pressure generating room is alike, respectively, and is open for free passage through said each narrow section.

[Claim 8] The ink jet type recording head characterized by setting they being [any of claims 1-7], and forming in the top face of said upper electrode the insulator layer which has an aperture into the part corresponding to said connection with said Read electrode at least.

[Claim 9] The ink jet type recording head to which said insulator layer is characterized by being formed with organic materials, such as silicon oxide, silicon nitride, or polyimide, in claim 8.

[Claim 10] The ink jet type recording head characterized by setting they being [any of claims 1-9], and forming said piezoelectric device on the elastic membrane formed on the passage formation substrate which formed said pressure generating room.

[Claim 11] The ink jet type recording head characterized by setting they being [any of claims 1-10], forming said pressure generating room in a silicon single crystal substrate of anisotropic etching, and forming each class of said piezoelectric device by membrane formation and the lithography method.

[Claim 12] The ink jet type recording device characterized by providing which ink jet type recording head of claims 1-11.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention forms a piezoelectric device in a part of nozzle orifice which carries out the regurgitation of the ink droplet, and pressure generating room open for free passage through a diaphragm, and relates to the ink jet type recording head and ink jet type recording device which make an ink droplet breathe out with the variation rate of a piezoelectric device.

[0002]

[Description of the Prior Art] A part of nozzle orifice which carries out the regurgitation of the ink droplet, and pressure generating room open for free passage are constituted from a diaphragm, and two kinds are put in practical use by the ink jet type recording head which makes this diaphragm transform by the piezoelectric device, and the ink of a pressure generating room is pressurized [recording head], and makes an ink droplet breathe out from a nozzle orifice although the piezoelectric device used what used the electrostrictive actuator in the longitudinal-oscillation mode elongated and contracted, and the electrostrictive actuator in the flexurally oscillating mode in which a piezoelectric device bends for shaft orientations.

[0003] The former can change the volume of a pressure generating room by making the end face of a piezoelectric device contact a diaphragm, and while manufacture of the head suitable for high density printing is possible, a piezoelectric device is made in agreement with the array pitch of a nozzle orifice, the difficult process of carving in the shape of a ctenidium, and the activity which positions the piezoelectric device which was able to be carved in a pressure generating room, and is fixed are needed, and it has the problem that a production process is complicated.

[0004] On the other hand, the green sheet of piezoelectric material is stuck according to the configuration of a pressure generating room, a certain amount of area is needed for a diaphragm at the comparatively easy process of calcinating this, on the relation using flexural oscillation of what can fix a piezoelectric device, and the latter has the problem that a high density array is difficult.

[0005] On the other hand, that it should cancel un-arranging [of the latter recording head], what formed the piezoelectric device so that might continue on the surface of [whole] a diaphragm, a uniform piezoelectric-material layer might be formed with a membrane formation technique, this piezoelectric-material layer might be carved into the configuration corresponding to a pressure generating room by the lithography method and it might become independent for every pressure generating room is proposed so that JP,5-286131,A may see.

[0006] There is an advantage it not only can fix a piezoelectric device by the simple technique of the lithography method precisely, but that the activity which sticks a piezoelectric device on a diaphragm becomes unnecessary according to this, and can make thickness of a piezoelectric device thin and a high-speed drive is attained. In addition, the electrostrictive actuator corresponding to each pressure generating room can be driven by preparing only an upper electrode for every pressure generating room at least, preparing a piezoelectric-material layer on the surface of [whole] a diaphragm in this case.

[0007] In the recording head which used the electrostrictive actuator in such deflection mode, the Read electrode for supplying the electrical potential difference for driving the electrostrictive actuator corresponding to each pressure generating room is prepared corresponding to each pressure generating room.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, as mentioned above, it is easy to generate big stress by the drive of an electrostrictive actuator, and the connection (henceforth, contact section) of the piezoelectric device and the Read electrode corresponding to each pressure generating room has the problem that there are a crack and a possibility that destruction may occur.

[0009] Moreover, since the Read electrode is connected, the variation rate by electrical-potential-difference impression becomes small as compared with other parts, but since compliance is not small as compared with other parts, the contact section has the problem of bringing about a regurgitation rate fall and a driver voltage rise.

[0010] Especially these pose a problem, when a piezoelectric-material layer is formed with a membrane formation technique. That is, the piezoelectric-material layer formed with the membrane formation technique is very thin, and is because rigidity is low as compared with what stuck the piezoelectric device.

[0011] Let it be a technical problem for this invention to offer the ink jet type recording head and ink jet type recording device which can prevent the crack by the stress concentration in the contact section, destruction, etc., and can prevent the displacement degradation of the contact section in view of such a situation.

[0012]

[Means for Solving the Problem] Two or more pressure generating rooms which the 1st mode of this invention which solves said technical problem opens for free passage to a nozzle orifice, In the ink jet type recording head in which the piezoelectric device which contains a bottom electrode, a piezo electric crystal layer, and an upper electrode at least was formed to the

field corresponding to this pressure generating room. The connection of the Read electrode for impressing an electrical potential difference to said piezoelectric device and the piezoelectric device concerned is in the ink jet type recording head characterized by being prepared in the passage which is open for free passage in said pressure generating rooms other than the field which counters said pressure generating room, and the field which counters.

[0013] In this 1st mode, since it is formed in addition to the field where the connection of the Read electrode and a piezoelectric device counters a pressure generating room, the amount of displacement of an electrostrictive actuator can be enlarged.

[0014] The 2nd mode of this invention is open for free passage in the 1st mode at the edge distant from said nozzle orifice of said pressure generating room. The narrow section with either [at least] width of face or the depth smaller than the pressure generating room concerned, It has the free passage section which is open for free passage in said pressure generating room through the narrow section concerned, and the connection of said piezoelectric device and said Read electrode is in the ink jet type recording head characterized by being prepared in the field which counters said free passage section.

[0015] In this 2nd mode, since the connection with the Read electrode is formed in the location which counters the free passage section currently opened for free passage through the narrow section with the pressure generating room, there is almost no deformation in a connection, and while destruction of the piezo electric crystal layer near the connection etc. is avoided, there is no effect of the displacement fall by the connection.

[0016] In the 2nd mode, the width of face of said narrow section is narrower than that of said pressure generating room, and the 3rd mode of this invention is formed. Said upper electrode is formed independently for every field which counters said pressure generating room more narrowly than the width of face of the pressure generating room concerned. And it is in the ink jet type recording head characterized by being formed so that the part prepared in the field which counters said free passage section through the narrow Read section prepared in the part which counters said narrow section may be followed.

[0017] In this 3rd mode, destruction of a piezo electric crystal layer etc. can be avoided and the variation rate of the pressure generating room can be effectively carried out without making the piezo electric crystal layer of the narrow section and the free passage section produce stress concentration, even if it carries out electrical-potential-difference impression through the Read electrode.

[0018] In the 2nd mode, the width of face of said narrow section is narrower than that of said pressure generating room, and the 4th mode of this invention is formed. Said upper electrode is formed independently for every field which counters said pressure generating room more narrowly than the width of face of the pressure generating room concerned. And it is formed so that the part prepared in the field which counters said free passage section through the narrow Read section prepared in the part which counters said narrow section may be followed. Said piezo electric crystal layer is in the ink jet type recording head characterized by being formed corresponding to said upper electrode, and being installed by abbreviation same width of face to the field corresponding to said narrow section and said free passage section at said pressure generating room.

[0019] In this 4th mode, in the field which counters the narrow section, since it is prepared to the location where a piezo electric crystal layer counters outside passage, especially, the variation rate of the piezo electric crystal layer in a boundary part with the narrow section, a pressure generating room, and the free passage section can be stopped further, and destruction of a piezo electric crystal layer is prevented further.

[0020] In the 2nd mode, the width of face of said narrow section is narrower than that of said pressure generating room, and the 5th mode of this invention is formed. Said piezo electric crystal layer and said upper electrode are formed independently for every field which counters said pressure generating room more narrowly than the width of face of the pressure generating room concerned. And it is in the ink jet type recording head characterized by being formed so that the part prepared in the field which counters said free passage section through the narrow Read section prepared in the part which counters said narrow section may be followed.

[0021] Although the piezo electric crystal layer is countered and prepared in a pressure generating room, the narrow section, and the free passage section in this 5th mode, even if it carries out electrical-potential-difference impression through the Read electrode, in the narrow section and the free passage section, a variation rate can hardly arise, and the variation rate of the pressure generating room can be carried out effectively.

[0022] the 6th mode of this invention -- which 3-5th voice -- it sets like and is in the ink jet type recording head characterized by forming in R configuration the boundary section with the part of the field which counters said Read section formed in narrow, and the part and said free passage section of the field which counters said pressure generating room.

[0023] Since the boundary section of the both ends of the Read section is considering as R configuration, it is further hard coming to generate a crack etc. in this 6th mode.

[0024] The 7th mode of this invention has said free passage section in the ink jet type recording head characterized by

consisting of common passage which said each pressure generating room is alike, respectively, and is open for free passage through said each narrow section in which 2-6th modes.

[0025] In this 7th mode, vibration near the connection by the electrical-potential-difference impression from the Read electrode can be prevented, and the crack initiation of a piezoelectric device etc. is controlled further.

[0026] the 8th mode of this invention -- which 1-7th voice -- it sets like and is in the ink jet type recording head characterized by forming in the top face of said upper electrode the insulator layer which has an aperture into the part corresponding to said connection with said Read electrode at least.

[0027] In this 8th mode, the insulation with an upper electrode and a bottom electrode and cutoff with atmospheric air are securable by preparing an insulator layer.

[0028] The 9th mode of this invention has said insulator layer in the ink jet type recording head characterized by being formed with organic materials, such as silicon oxide, silicon nitride, or polyimide, in the 8th mode.

[0029] In this 9th mode, an insulator layer can be easily formed according to a membrane formation process and a lithography process, for example.

[0030] The 10th mode of this invention has said piezoelectric device in the ink jet type recording head characterized by being formed on the elastic membrane formed on the passage formation substrate which formed said pressure generating room in the 1-9th modes.

[0031] In this 10th mode, elastic membrane is deformed by the piezoelectric device and the pressure of the pressure generating interior of a room changes.

[0032] The 11th mode of this invention is in the ink jet type recording head characterized by forming said pressure generating room in a silicon single crystal substrate of anisotropic etching, and forming each class of said piezoelectric device by membrane formation and the lithography method in which 1-10th modes.

[0033] In this 11th mode, the ink jet type recording head which has the nozzle orifice of high density can be manufactured in large quantities and comparatively easily.

[0034] The 12th mode of this invention is in the ink jet type recording device characterized by providing the ink jet type recording head of which 1-11th modes.

[0035] In this 12th mode, the drive effectiveness of a head can improve and the ink jet type recording device which can perform the ink regurgitation good can be realized.

[0036]

[Embodiment of the Invention] This invention is explained at a detail based on an operation gestalt below.

[0037] Drawing 1 is the decomposition perspective view showing the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 1 of this invention, and drawing 2 is drawing showing the cross-section structure in the longitudinal direction of the top view of drawing 1, and its one pressure generating room.

[0038] The passage formation substrate 10 consists of a silicon single crystal substrate of field bearing (110) with this operation gestalt so that it may illustrate. As a passage formation substrate 10, a thing with a thickness of about 150-300 micrometers is used, and about 180-280 micrometers of things with a thickness of about 220 micrometers are usually more desirably suitable desirably. This is because an array consistency can be made high, maintaining the rigidity of the septum between adjoining pressure generating rooms.

[0039] One field of the passage formation substrate 10 turns into an effective area, and the elastic membrane 50 with a thickness of 1-2 micrometers which consists of diacid-ized silicon beforehand formed by thermal oxidation is formed in the field of another side.

[0040] On the other hand, a nozzle orifice 11, the pressure generating room 12, the narrow section 13, and the free passage section 14 are formed in the effective area of the passage formation substrate 10 by carrying out anisotropic etching of the silicon single crystal substrate.

[0041] If anisotropic etching is immersed in alkali solutions, such as KOH, a silicon single crystal substrate here It is eaten away gradually and nothing, and (110) a field and the 2nd field (111) which makes the include angle of about 35 degrees appear the 1st field (111) perpendicular to a field (110), this 1st field (111), and the include angle of about 70 degrees. (110) It is carried out using the property in which the etching rate of a field (111) is about 1/180 as compared with the etching rate of a field. By this anisotropic etching, precision processing can be performed on the basis of depth processing of the shape of the 1st two field (111) and a parallelogram formed by the two 2nd (111) slanting, and the pressure generating room 12 can be arranged to high density.

[0042] The long side of each pressure generating room 12 is formed, and the shorter side is formed in respect of the 2nd (111) in respect of the 1st (111) with this operation gestalt. Each narrow section 13 which is open for free passage to the

opposite side, respectively is the width of face as the pressure generating room 12 with the free passage section 14 almost more nearly same than the pressure generating room 12 which is narrow and is open for free passage in this narrow section 13 further, respectively in the nozzle orifice 11 of each pressure generating room 12. These pressure generating room 12, the narrow section 13, and the free passage section 14 are formed by etching until it penetrates the passage formation substrate 10 mostly and reaches elastic membrane 50, and these formation is performed by etching of the same process. In addition, elastic membrane 50 is not invaded by the alkali solution which etches a silicon single crystal substrate.

[0043] On the other hand, each nozzle orifice 11 which is open for free passage at the end of each pressure generating room 12 is narrow from the pressure generating room 12, and the depth is also formed shallowly. That is, the nozzle orifice 11 is formed by etching a silicon single crystal substrate in the thickness direction to the middle (half etching). In addition, half etching is performed by adjustment of etching time.

[0044] Here, the magnitude of the pressure generating room 12 which gives an expulsion-of-an-ink-droplet pressure to ink, the magnitude of the nozzle orifice 11 which carries out the regurgitation of the ink droplet, and the magnitude of the narrow section 13 which controls the outflow close of the ink of the pressure generating room 12 are optimized according to the amount of the ink droplet which carries out the regurgitation, regurgitation speed, and a regurgitation frequency. For example, when recording 360 ink droplets per inch, it is necessary to form a nozzle orifice 11 and the narrow section 13 with a sufficient precision with the flute width of dozens of micrometers. In addition, although [this operation gestalt] the depth of the narrow section 13 is the same as that of pressure generating room 12 grade, you may form shallowly by half etching like a nozzle orifice 11, for example.

[0045] Moreover, the free passage sections 14 are the common ink room 31 mentioned later and a junction room for connecting the pressure generating room 12 through the narrow section 13, and the ink supply free passage opening 21 of the closure plate 20 mentioned later here corresponds, and ink is supplied from the common ink room 31 through this ink supply free passage opening 21, and is distributed to each pressure generating room 12. In addition, although the free passage section 14 is formed every pressure generating room 12, it may be good also as common passage which is open for free passage through the narrow section 13 in each pressure generating rooms 12 of all, and may make this free passage section act as the below-mentioned common ink room in this case with this operation gestalt.

[0046] The closure plate 20 consists of crystallized glass with which the above-mentioned ink supply free passage opening 21 was drilled and which thickness is 0.1-1mm, and coefficient of linear expansion is 300 degrees C or less, for example, is $2.5-4.5 \times 10^{-6}/\text{degree C}$. In addition, the ink supply free passage opening 21 may be two or more slit [A / of 1 which crosses each free passage opening 14 / slit hole 21] hole 21B, as shown in drawing 3 (a) and (b). The closure plate 20 covers the whole surface of the passage formation substrate 10 extensively in respect of one side, and the duty of the back up plate which protects a silicon single crystal substrate from an impact or external force also achieves it. Moreover, on the other hand, the closure plate 20 comes out, and constitutes one wall surface of the common ink room 31.

[0047] The common ink room formation substrate 30 forms the peripheral wall of the common ink room 31, pierces the stainless plate of proper thickness according to nozzle numerical aperture and an expulsion-of-an-ink-droplet frequency, and is produced. With this operation gestalt, thickness of the common ink room formation substrate 30 is set to 0.2mm.

[0048] The ink room side plate 40 consists of a stainless steel substrate, and constitutes one wall surface of the common ink room 31 from one field. Moreover, by forming crevice 40a in a part of field of another side by half etching, a thin wall 41 is formed in the ink room side plate 40, and the ink inlet 42 which receives the ink supply from the outside is further pierced and formed in it. In addition, a thin wall 41 is for absorbing the nozzle orifice 11 generated in the case of expulsion of an ink droplet, and the pressure which goes to the opposite side, and prevents that forward [unnecessary] or negative pressure joins other pressure generating rooms 12 via the common ink room 31. Although the ink room side plate 40 is set to 0.2mm and the part is used as the thin wall 41 with a thickness of 0.02mm with this operation gestalt in consideration of rigidity required at the time of connection between the ink inlet 42 and an external ink supply means etc., in order to omit formation of the thin wall 41 by half etching, it is good also as 0.02mm from the start in the thickness of the ink room side plate 40.

[0049] On the other hand, with the effective area of the passage formation substrate 10, on the elastic membrane 50 of the opposite side, laminating formation is carried out in the process which thickness mentions [thickness] later with the bottom electrode layer 60 which is about 0.5 micrometers, and the upper electrode layer 80 which is about 0.1 micrometers mentions [the piezo electric crystal film 70 which is about 1 micrometer, and thickness] later, and the piezoelectric device 300 is constituted. Here, a piezoelectric device 300 says the part containing the bottom electrode layer 60, the piezo electric crystal film 70, and the upper electrode layer 80. Generally, one electrode of the piezoelectric devices 300 is used as a common electrode, every pressure generating room 12, patterning of the electrode and the piezo electric crystal film 70 of another side is carried out, and they are constituted. And it consists of one of the electrodes and the piezo electric crystal film

70 by which patterning was carried out here, and the part which a piezo-electric distortion produces by impression of the electrical potential difference to two electrodes is called piezo electric crystal active section 320. Although the bottom electrode layer 60 considers as the common electrode of a piezoelectric device 300 and the upper electrode layer 80 is used as the individual electrode of a piezoelectric device 300 with this operation gestalt, it is convenient even if reverse [in this] on account of a drive circuit or wiring. In the case of which, the piezo electric crystal active section will be formed for every pressure generating room. Moreover, the diaphragm which a variation rate produces by the drive of a piezoelectric device 300 and the piezoelectric device 300 concerned is set, and an electrostrictive actuator is called here. In addition, although elastic membrane 50 and the bottom electrode layer 60 act as a diaphragm, you may make it a bottom electrode layer serve as elastic membrane in the example mentioned above.

[0050] Here, the process which forms piezo electric crystal film 70 grade on the passage formation substrate 10 which consists of a silicon single crystal substrate is explained, referring to drawing 4 and drawing 5 .

[0051] As shown in drawing 4 (a), the elastic membrane 50 which oxidizes thermally the wafer of the silicon single crystal substrate used as the passage formation substrate 10 with about 1100-degree C diffusion furnace first, and consists of diacid-ized silicon is formed.

[0052] Next, as shown in drawing 4 (b), the bottom electrode layer 60 is formed by sputtering. As an ingredient of the bottom electrode layer 60, Pt etc. is suitable. The below-mentioned piezo electric crystal film 70 which this forms with the sputtering method or a sol-gel method is because it is necessary to make it calcinate and crystallize at the temperature of about 600-1000 degrees C under an atmospheric-air ambient atmosphere or an oxygen ambient atmosphere after membrane formation. That is, when conductivity must be able to be held under such an elevated temperature and an oxidizing atmosphere and PZT is especially used as piezo electric crystal film 70, as for the ingredient of the bottom electrode layer 60, it is desirable for there to be little conductive change by diffusion of PbO, and Pt is suitable for it from these reasons.

[0053] Next, as shown in drawing 4 (c), the piezo electric crystal film 70 is formed. Although the sputtering method can also be used for membrane formation of this piezo electric crystal film 70, with this operation gestalt, spreading desiccation is carried out, the so-called sol which dissolved and distributed the metal organic substance at the solvent is gelled, and the so-called sol-gel method which obtains the piezo electric crystal film 70 which consists of a metallic oxide by calcinating at an elevated temperature further is used. As an ingredient of the piezo electric crystal film 70, when the ingredient of a titanate-acid lead zirconate (PZT) system uses it for an ink jet type recording head, it is suitable.

[0054] Next, as shown in drawing 4 (d), the upper electrode layer 80 is formed. The upper electrode layer 80 can use many a metal, conductive oxides, etc., such as aluminum, Au, nickel, and Pt, that what is necessary is just a conductive high ingredient. With this operation gestalt, Pt is formed by sputtering.

[0055] next, it is shown in drawing 4 (e) -- as -- each pressure generating room 12 -- patterning of the upper electrode layer 80 and the piezo electric crystal film 70 is performed so that it is alike, respectively, and it may receive and a piezoelectric device may be arranged. Although drawing 4 (e) shows the case where the same pattern as the upper electrode layer 80 performs patterning for the piezo electric crystal film 70, as mentioned above, the piezo electric crystal film 70 does not necessarily need to perform patterning. When this uses the pattern of the upper electrode layer 80 as an individual electrode and an electrical potential difference is impressed, it is only starting between each upper electrode layer 80 and the bottom electrode layer 60 which is a common electrode, and electric field are for not affecting other parts at all. However, since electrical-potential-difference impression big in order to obtain the same excluded volume in this case is needed, also as for the piezo electric crystal film 70, it is desirable to carry out patterning. Moreover, after this, patterning of the bottom electrode layer 60 is carried out, and an unnecessary part is removed.

[0056] Subsequently, as shown in drawing 5 (a), the insulator layer 90 is formed so that the periphery section of the upper electrode layer 80 and the side face of the piezo electric crystal film 70 may be covered. Although the suitable ingredient of this insulator layer 90 is as having mentioned above, the photosensitive polyimide of a negative mold is used with this operation gestalt.

[0057] Next, as shown in drawing 5 (b), aperture 90a is formed in the part which counters each free passage section 14 by carrying out patterning of the insulator layer 90. This aperture 90a is for making connection with the Read electrode 100 and the upper electrode layer 80 which are mentioned later.

[0058] Next, for example, after forming conductors, such as Cr-Au, on the whole surface, the Read electrode 100 is formed by carrying out patterning.

[0059] The above is a film formation process. Thus, after performing film formation, as shown in drawing 5 (c), anisotropic etching of the silicon single crystal substrate by the alkali solution mentioned above is performed, and pressure generating room 12 grade is formed. In addition, a series of film formation and anisotropic etching which were explained above form

much chips on one wafer at coincidence, and divide them after process termination every passage formation substrate 10 of one chip size as shown in drawing 1 . Moreover, sequential adhesion is carried out with the closure plate 20, the common ink room formation substrate 30, and the ink room side plate 40, and it unifies, and let the divided passage formation substrate 10 be an ink jet type recording head.

[0060] Thus, the constituted ink jet head Ink is incorporated from the ink inlet 42 linked to the external ink supply means which is not illustrated. The interior is filled with ink until it results [from the common ink room 31] in a nozzle orifice 11. Later, By impressing an electrical potential difference between the bottom electrode layer 60 and the upper electrode layer 80 through the Read electrode 100, bending and making elastic membrane 50, the bottom electrode layer 60, and the **** body membrane 70 transform according to the record signal from the drive circuit of the exterior which is not illustrated The pressure in the pressure generating room 12 increases, and an ink droplet carries out the regurgitation from a nozzle orifice 11.

[0061] Here, the physical relationship of the contact section and the pressure generating room 12 which are the connection of the Read electrode 100 and the upper electrode layer 80 in this operation gestalt is shown to drawing 6 .

[0062] As shown in drawing 6 , with this operation gestalt the piezo electric crystal film 70 and the upper electrode layer 80 Patterning is carried out so that it may correspond to the configuration of the pressure generating room 12, the narrow section 13, and the free passage section 14 mostly. Each piezoelectric device 300 The mechanical component 320 located on the pressure generating room 12, and the Read section 321 located on the narrow section 13, Including the contact formation section 322 located on the free passage section 14, aperture 90a of the insulator layer 90 is formed on the contact formation section 322, and it connects with the Read electrode 100 within this aperture 90a. That is, the contact formation section 322 which forms a connection with the Read electrode 100 is formed in the location which counters the free passage section 14 which does not counter the pressure generating room 12.

[0063] Therefore, since it is formed in the passage which is open for free passage in the pressure generating room 12, and the field which counters without forming a connection with the Read electrode 100 in the location which counters the pressure generating room 12, as a result, the variation rate of the mechanical component 320 corresponding to the pressure generating room 12 becomes large, and the excluded volume in the pressure generating room 12 becomes large, and there is no fear, such as a crack by drive and destruction.

[0064] Moreover, since the contact formation section 322 in which the connection with the Read electrode 100 was formed is formed in the location which counters the free passage section 14 with a comparatively small area, there is almost no variation rate of contact formation section 322 the very thing, and there is also no fear, such as generating of the crack of the contact formation section 322 and destruction.

[0065] Furthermore, by having formed the contact formation section 322 in the location which counters the free passage section 14, compliance almost dies and can use the pressure by the piezoelectric device 300 effective in the ink regurgitation.

[0066] However, although it is easy to concentrate stress on a boundary part with the both ends of the Read section 321, a mechanical component 320, and the contact formation section 322, especially in order to prevent generating of the crack in this part etc. further, you may make it take the configuration of drawing 7 - drawing 9 .

[0067] That is, as shown in drawing 7 , although patterning of the upper electrode layer 80 is carried out so that it may correspond to the configuration of the pressure generating room 12, the narrow section 13, and the free passage section 14 mostly as mentioned above, the piezo electric crystal film 70 may carry out patterning also of the part which counters the narrow section 13 to the same width of face as the part which counters the pressure generating room 12 and the free passage section 14. If it does in this way, since it comes to cover outside ink passage in the part of the narrow section 13, the crack in a boundary with the part which counters the pressure generating room 12 and the free passage section 14 will stop being able to generate the piezo electric crystal film 70 further easily.

[0068] Moreover, as shown in drawing 8 , the rim section 323 which is a boundary part with the Read section 321 of the piezo electric crystal film 70 and the upper electrode layer 80, a mechanical component 320, and the contact formation section 322 may be made into R configuration. If it does in this way, it will further be hard coming to generate the crack in the boundary section.

[0069] Furthermore, in the free passage section 14 currently separately formed with the operation gestalt mentioned above corresponding to each pressure generating room 12, as shown in drawing 9 , it is good also as common free passage section 14A. In this case, since the restraint of the contact formation section 322 decreases, vibration can be suppressed further, and it is further hard coming to generate the crack in a boundary with the Read section 321 etc.

[0070] In addition, it cannot be overemphasized that you may use combining the configuration of drawing 7 - drawing 9 suitably.

[0071] (Other operation gestalten) Although 1 operation gestalt of this invention was explained above, the fundamental configuration of an ink jet type recording head is not limited to what was mentioned above.

[0072] For example, it is good also considering the common ink room formation plate 30 besides the closure plate 20 mentioned above as a product made from crystallized glass, and it is still better also as a product made from crystallized glass, using a thin wall 41 as another member, and modification of an ingredient, structure, etc. is free.

[0073] Moreover, with the operation gestalt mentioned above, although the nozzle orifice 11 is formed in the end face of the passage formation substrate 10, nozzle opening which projects in the direction perpendicular to a field may be formed.

[0074] Thus, it is ***** to drawing 11 about the cross section of drawing 10 and its passage in the decomposition perspective view of the constituted operation gestalt. With this operation gestalt, a nozzle orifice 11 is drilled by the nozzle substrate 120 opposite to a piezoelectric device, and the nozzle free passage opening 22 which opens these nozzle orifices 11 and the pressure generating room 12 for free passage is arranged so that the closure plate 20, the common ink room formation plate 30, light-gage plate 41A, and ink room side plate 40A may be penetrated.

[0075] In addition, it is the same as that of the operation gestalt fundamentally mentioned above except this operation gestalt having, used light-gage plate 41A and ink room side plate 40A as another member in addition to this, and having formed opening 40b in ink room side plate 40A, and the explanation which gives the same sign to the same member and overlaps is omitted.

[0076] Here, also in this operation gestalt, aperture 90a of the insulator layer 90 is formed in the location which counters the free passage section 14, and the connection with the Read electrode 100 is formed through this aperture 90a. Therefore, since a connection with the Read electrode 100 is not formed in the field which counters the pressure generating room 12, the same effectiveness as the operation gestalt mentioned above is done so.

[0077] Moreover, although each operation gestalt explained above made the example the ink jet type recording head of the thin film mold which can be manufactured by applying membrane formation and a lithography process Not the thing limited to this, of course but the thing which carries out the laminating of the substrate and forms a pressure generating room, Or this invention is employable as the ink jet type recording head of various kinds of structures, such as a thing which forms the piezo electric crystal film for a green sheet by pasting or screen-stencil, or a thing which forms the piezo electric crystal film with crystal growth.

[0078] Moreover, although the example which prepared the insulator layer between the piezoelectric device and the Read electrode was explained, it is good also as a configuration which carries out heat welding of the anisotropy electric conduction film, connects the Read electrode or, in addition to this, connects this anisotropy electric conduction film to each up electrode using various bonding techniques, such as wirebonding, without not being limited to this, for example, preparing an insulator layer.

[0079] Thus, this invention is applicable to the ink jet type recording head of various structures, unless it can do the effectiveness of this invention so and is contrary to the meaning by preparing the connection of a piezoelectric device and the Read electrode in the passage which is open for free passage in a pressure generating room, and the field which counters anyway out of the field which counters a pressure generating room.

[0080] Moreover, the ink jet type recording head of each [these] operation gestalt constitutes a part of recording head unit possessing an ink cartridge etc. and ink passage open for free passage, and is carried in an ink jet type recording device. Drawing 12 is the schematic diagram showing an example of the ink jet type recording device.

[0081] As shown in drawing 12 , the carriage 3 which was formed removable and carried these recording head units 1A and 1B is formed free [shaft-orientations migration on the carriage shaft 5 with which cartridge 2A and 2B from which the recording head units 1A and 1B which have an ink jet type recording head constitute an ink supply means were attached in the body 4 of equipment]. These recording head units 1A and 1B shall carry out the regurgitation of a black ink constituent and the color ink constituent, respectively, for example.

[0082] And the carriage 3 which carried the recording head units 1A and 1B is moved in accordance with the carriage shaft 5 by being transmitted to carriage 3 through two or more gearings and timing belts 7 which the driving force of a drive motor 6 does not illustrate. On the other hand, in accordance with the carriage shaft 5, the platen 8 is formed in the body 4 of equipment, and record sheet S which is record media, such as paper to which paper was fed with the feed roller which is not illustrated, winds around a platen 8, is hung, and is conveyed.

[0083]

[Effect of the Invention] The amount of displacement of an electrostrictive actuator can be enlarged by preparing the connection of the Read electrode for impressing an electrical potential difference to a piezoelectric device, and the piezoelectric device concerned in this invention in addition to the field which counters a pressure generating room, as

explained above. Consequently, the excluded volume in a pressure generating room becomes large, and since a connection does not exist in the field which counters a pressure generating room, the effectiveness that there is no fear, such as a crack by drive and destruction, is done so.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the decomposition perspective view of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 1 of this invention, and is the top view and sectional view of drawing 1.

[Drawing 3] It is drawing showing the modification of the closure plate of drawing 1.

[Drawing 4] It is drawing showing the thin-film-fabrication process of the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing the thin-film-fabrication process of the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 6] It is the top view showing the important section of the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 7] It is the important section top view showing the modification of the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 8] It is the important section top view showing the modification of the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 9] It is the important section top view showing the modification of the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 10] It is the decomposition perspective view of the ink jet type recording head concerning other operation gestalten of this invention.

[Drawing 11] It is the sectional view showing the ink jet type recording head concerning other operation gestalten of this invention.

[Drawing 12] It is the perspective view showing the outline of the ink jet type recording device concerning 1 operation gestalt of this invention.

[Description of Notations]

10 Passage Formation Substrate

11 Nozzle Orifice

12 Pressure Generating Room

13 Narrow Section

14 Free Passage Section

50 Elastic Membrane

60 Bottom Electrode Layer

70 Piezo Electric Crystal Film

80 Upper Electrode Layer

90 Insulator Layer

90a Contact hole

100 Lead Electrode

300 Piezoelectric Device

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-78015

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月23日

(51) Int.Cl.⁶

B 4 1 J 2/045
2/055
2/16

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A

1 0 3 H

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-203125

(22) 出願日 平成10年(1998) 7月17日

(31) 優先権主張番号 特願平9-194499

(32) 優先日 平 9 (1997) 7月18日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

(72) 発明者 蜜澤 豊彦

長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 赤羽 富士男

長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 酒井 真理

長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

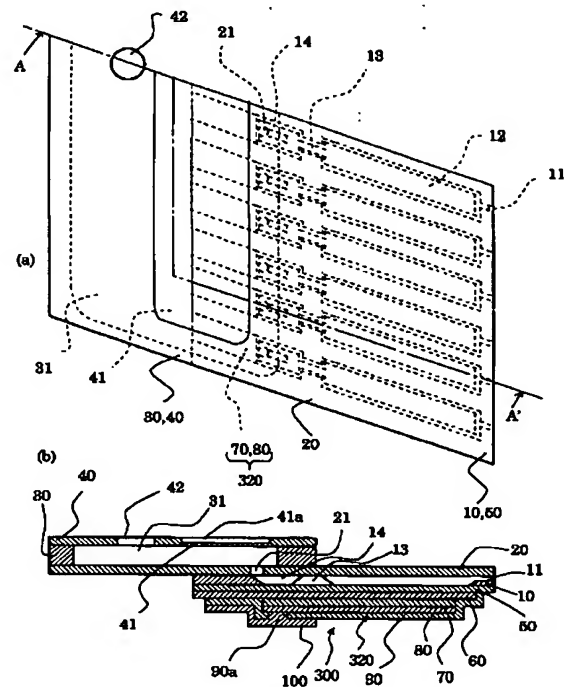
(74) 代理人 弁理士 栗原 浩之

(54) 【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置

(57) 【要約】

【課題】 コンタクト部での応力集中によるクラック、破壊等を防止し、コンタクト部の変位効率低下を防止することができるインクジェット式記録ヘッドを提供する。

【解決手段】 ノズル開口に連通する複数の圧力発生室 1 2 と、該圧力発生室 1 2 に対応する領域に少なくとも下電極 6 0、圧電体層 7 0 及び上電極 8 0 を含む圧電素子 3 0 0 を形成したインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧電素子 3 0 0 へ電圧を印加するためのリード電極 1 0 0 と当該圧電素子 3 0 0 との接続部を圧力発生室 1 2 対向する領域以外の前記圧力発生室 1 2 に連通する流路と対向する領域に設け、圧電アクチュエータの変位量を大きくする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ノズル開口に連通する複数の圧力発生室と、該圧力発生室に対応する領域に少なくとも下電極、圧電体層及び上電極を含む圧電素子を形成したインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧電素子へ電圧を印加するためのリード電極と当該圧電素子との接続部が、前記圧力発生室に対向する領域以外の前記圧力発生室に連通する流路と対向する領域に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記圧力発生室の前記ノズル開口から遠い端部に連通して幅および深さの少なくとも一方が当該圧力発生室より小さい狭陰部と、当該狭陰部を介して前記圧力発生室に連通する連通部とを有し、前記圧電素子と前記リード電極との接続部が、前記連通部に対向する領域に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 3】 請求項 2 において、前記狭陰部の幅が前記圧力発生室のそれより狭く形成され、前記上電極が、前記圧力発生室に対向する領域毎に当該圧力発生室の幅より狭く独立して形成され、且つ前記狭陰部に対向する部分に設けられた幅狭のリード部を介して前記連通部に対向する領域に設けられた部分と連続するように形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 4】 請求項 2 において、前記狭陰部の幅が前記圧力発生室のそれより狭く形成され、前記上電極が、前記圧力発生室に対向する領域毎に当該圧力発生室の幅より狭く独立して形成され、且つ前記狭陰部に対向する部分に設けられた幅狭のリード部を介して前記連通部に対向する領域に設けられた部分と連続するように形成されており、前記圧電体層が、前記圧力発生室に対向する領域では前記上電極に対応して形成され、且つ前記狭陰部および前記連通部に対応する領域まで略同一幅で延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 5】 請求項 2 において、前記狭陰部の幅が前記圧力発生室のそれより狭く形成され、前記圧電体層および前記上電極が、前記圧力発生室に対向する領域毎に当該圧力発生室の幅より狭く独立して形成され、且つ前記狭陰部に対向する部分に設けられた幅狭のリード部を介して前記連通部に対向する領域に設けられた部分と連続するように形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 6】 請求項 3～5 の何れかにおいて、幅狭に形成された前記リード部と、前記圧力発生室に対向する領域の部分および前記連通部に対向する領域の部分との境界部が R 形状に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 7】 請求項 2～6 の何れかにおいて、前記連通部は、前記各圧力発生室のそれぞれに前記各狭陰部を介して連通する共通の流路からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 8】 請求項 1～7 の何れかにおいて、前記上電極の上面には、少なくとも前記リード電極との前記接続部に対応する部分に窓を有する絶縁体層が形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 9】 請求項 8 において、前記絶縁体層が、酸化シリコン、窒化シリコン、またはポリイミド等の有機材料により形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 10】 請求項 1～9 の何れかにおいて、前記圧電素子が、前記圧力発生室を画成した流路形成基板上に形成された弾性膜上に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 11】 請求項 1～10 の何れかにおいて、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記圧電素子の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項 12】 請求項 1～11 の何れかのインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部に振動板を介して圧電素子を形成して、圧電素子の変位によりインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電素子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電素子が軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電アクチュエータを使用したものと、圧電素子がたわむたわみ振動モードの圧電アクチュエータを使用したものの 2 種類が実用化されている。

【0003】 前者は圧電素子の端面を振動板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができ、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電素子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるという困難な工程や、切り分けられた圧電素子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

【0004】 これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で振動板に圧電素子を作

り付けることができるものの、たわみ振動を利用する関係上、ある程度の面積が必要となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

【0005】一方、後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、特開平5-286131号公報に見られるように、振動板の表面全体に互って成膜技術により均一な圧電材料層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電素子を形成したものが提案されている。

【0006】これによれば圧電素子を振動板に貼付ける作業が不要となって、リソグラフィ法という精密で、かつ簡便な手法で圧電素子を作り付けることができるばかりでなく、圧電素子の厚みを薄くできて高速駆動が可能になるという利点がある。なお、この場合、圧電材料層は振動板の表面全体に設けたままで少なくとも上電極のみを各圧力発生室毎に設けることにより、各圧力発生室に対応する圧電アクチュエータを駆動することができる。

【0007】このようなたわみモードの圧電アクチュエータを使用した記録ヘッドでは、各圧力発生室に対応する圧電アクチュエータを駆動するための電圧を供給するためのリード電極が各圧力発生室に対応して設けられている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したように、各圧力発生室に対応する圧電素子とリード電極との接続部（以下、コンタクト部）は、圧電アクチュエータの駆動により大きな応力が発生し易く、クラック、破壊が発生する虞があるという問題がある。

【0009】また、コンタクト部は、リード電極が接続されているため電圧印加による変位が他の部分と比較して小さくなるが、それにもかかわらず、コンプライアンスが他の部分と比較して小さくないので、吐出速度低下、駆動電圧上昇をもたらすという問題がある。

【0010】これらは、特に、圧電材料層を成膜技術で形成した場合に問題となる。すなわち、成膜技術で形成した圧電材料層は非常に薄く、圧電素子を貼付したものに比較して剛性が低いためである。

【0011】本発明はこのような事情に鑑み、コンタクト部での応力集中によるクラック、破壊等を防止し、コンタクト部の変位効率低下を防止することができるインクジェット式記録ヘッド及びインクジェット式記録装置を提供することを課題とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決する本発明の第1の態様は、ノズル開口に連通する複数の圧力発生室と、該圧力発生室に対応する領域に少なくとも下電極、圧電体層及び上電極を含む圧電素子を形成したインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧電素子へ電圧

を印加するためのリード電極と当該圧電素子との接続部が、前記圧力発生室に対向する領域以外の前記圧力発生室に連通する流路と対向する領域に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0013】かかる第1の態様では、リード電極と圧電素子との接続部が圧力発生室に対向する領域以外に形成されているので、圧電アクチュエータの変位量を大きくすることができる。

【0014】本発明の第2の態様は、第1の態様において、前記圧力発生室の前記ノズル開口から遠い端部に連通して幅および深さの少なくとも一方が当該圧力発生室より小さい狭隙部と、当該狭隙部を介して前記圧力発生室に連通する連通部とを有し、前記圧電素子と前記リード電極との接続部が、前記連通部に対向する領域に設けられていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0015】かかる第2の態様では、圧力発生室とは狭隙部を介して連通されている連通部に対向する位置にリード電極との接続部が形成されているので、接続部での変形がほとんどなく、接続部近傍での圧電体層等の破壊が回避されると共に接続部による変位低下の影響がない。

【0016】本発明の第3の態様は、第2の態様において、前記狭隙部の幅が前記圧力発生室のそれより狭く形成され、前記上電極が、前記圧力発生室に対向する領域毎に当該圧力発生室の幅より狭く独立して形成され、且つ前記狭隙部に対向する部分に設けられた幅狭のリード部を介して前記連通部に対向する領域に設けられた部分と連続するように形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0017】かかる第3の態様では、リード電極を介して電圧印加しても、狭隙部および連通部の圧電体層に応力集中を生じさせないで、圧電体層等の破壊を回避し、圧力発生室を有効に変位させることができる。

【0018】本発明の第4の態様は、第2の態様において、前記狭隙部の幅が前記圧力発生室のそれより狭く形成され、前記上電極が、前記圧力発生室に対向する領域毎に当該圧力発生室の幅より狭く独立して形成され、且つ前記狭隙部に対向する部分に設けられた幅狭のリード部を介して前記連通部に対向する領域に設けられた部分と連続するように形成されており、前記圧電体層が、前記圧力発生室では前記上電極に対応して形成され、且つ前記狭隙部および前記連通部に対応する領域まで略同一幅で延設されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0019】かかる第4の態様では、狭隙部に対向する領域において、圧電体層が流路外に対向する位置まで設けられているので、特に狭隙部と圧力発生室および連通部との境界部分での圧電体層の変位をさらに抑えることができ、圧電体層の破壊がさらに防止される。

【0020】本発明の第5の態様は、第2の態様において、前記狭陰部の幅が前記圧力発生室のそれより狭く形成され、前記圧電体層および前記上電極が、前記圧力発生室に対向する領域毎に当該圧力発生室の幅より狭く独立して形成され、且つ前記狭陰部に対向する部分に設けられた幅狭のリード部を介して前記連通部に対向する領域に設けられた部分と連続するように形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0021】かかる第5の態様では、圧電体層が圧力発生室、狭陰部および連通部に対向して設けられているが、リード電極を介して電圧印加しても、狭陰部および連通部には変位がほとんど生じることがなく、圧力発生室を有効に変位させることができる。

【0022】本発明の第6の態様は、第3～5の何れかの態様において、幅狭に形成された前記リード部と、前記圧力発生室に対向する領域の部分および前記連通部に対向する領域の部分との境界部がR形状に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0023】かかる第6の態様では、リード部の両端部の境界部がR形状としているので、クラック等がさらに発生し難くなる。

【0024】本発明の第7の態様は、第2～6の何れかの態様において、前記連通部は、前記各圧力発生室のそれぞれに前記各狭陰部を介して連通する共通の流路からなることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0025】かかる第7の態様では、リード電極からの電圧印加による接続部近傍での振動を防止することができ、圧電素子のクラック発生等がさらに抑制される。

【0026】本発明の第8の態様は、第1～7の何れかの態様において、前記上電極の上面には、少なくとも前記リード電極との前記接続部に対応する部分に窓を有する絶縁体層が形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0027】かかる第8の態様では、絶縁体層を設けることで、上電極と下電極との絶縁と、大気との遮断を確保することができる。

【0028】本発明の第9の態様は、第8の態様において、前記絶縁体層が、酸化シリコン、窒化シリコン、またはポリイミド等の有機材料により形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0029】かかる第9の態様では、例えば、成膜工程とリソグラフィ工程により、容易に絶縁体層を形成できる。

【0030】本発明の第10の態様は、第1～9の態様において、前記圧電素子が、前記圧力発生室を画成した流路形成基板上に形成された弾性膜上に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0031】かかる第10の態様では、圧電素子により

弾性膜が変形されて圧力発生室内の圧力が変化する。

【0032】本発明の第11の態様は、第1～10の何れかの態様において、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記圧電素子の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0033】かかる第11の態様では、高密度のノズル開口を有するインクジェット式記録ヘッドを大量に且つ比較的容易に製造することができる。

【0034】本発明の第12の態様は、第1～11の何れかの態様のインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【0035】かかる第12の態様では、ヘッドの駆動効率が向上され、インク吐出を良好に行うことができるインクジェット式記録装置を実現することができる。

【0036】

【発明の実施の形態】以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0037】図1は、本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドを示す分解斜視図であり、図2は、図1の平面図及びその1つの圧力発生室の長手方向における断面構造を示す図である。

【0038】図示するように、流路形成基板10は、本実施形態では面方位(110)のシリコン単結晶基板からなる。流路形成基板10としては、通常、150～300 μm 程度の厚さのものが用いられ、望ましくは180～280 μm 程度、より望ましくは220 μm 程度の厚さのものが好適である。これは、隣接する圧力発生室間の隔壁の剛性を保ちつつ、配列密度を高くできるからである。

【0039】流路形成基板10の一方の面は開口面となり、他方の面には予め熱酸化により形成した二酸化シリコンからなる、厚さ1～2 μm の弾性膜50が形成されている。

【0040】一方、流路形成基板10の開口面には、シリコン単結晶基板を異方性エッチングすることにより、ノズル開口11、圧力発生室12、狭陰部13および連通部14が形成されている。

【0041】ここで、異方性エッチングは、シリコン単結晶基板をKOH等のアルカリ溶液に浸漬すると、徐々に侵食されて(110)面に垂直な第1の(111)面と、この第1の(111)面と約70度の角度をなし且つ(110)面と約35度の角度をなす第2の(111)面とが出現し、(110)面のエッチングレートと比較して(111)面のエッチングレートが約1/180であるという性質を利用して行われるものである。かかる異方性エッチングにより、二つの第1の(111)面と斜めの二つの第2の(111)面で形成される平行四辺形状の深さ加工を基本として精密加工を行うことがで

き、圧力発生室12を高密度に配列することができる。

【0042】本実施形態では、各圧力発生室12の長辺を第1の(111)面で、短辺を第2の(111)面で形成している。各圧力発生室12のノズル開口11とは反対側にそれぞれ連通する各狭陰部13は圧力発生室12より幅狭であり、さらに、この狭陰部13にそれぞれ連通する連通部14は、圧力発生室12とほぼ同一の幅である。これら圧力発生室12、狭陰部13および連通部14は、流路形成基板10をほぼ貫通して弾性膜50に達するまでエッチングすることにより形成され、これらの形成は同一工程のエッチングで行われる。なお、弾性膜50は、シリコン単結晶基板をエッチングするアルカリ溶液に侵されることはない。

【0043】一方、各圧力発生室12の一端に連通する各ノズル開口11は、圧力発生室12より幅狭で且つ深さも浅く形成されている。すなわち、ノズル開口11は、シリコン単結晶基板を厚さ方向に途中までエッチング(ハーフエッチング)することにより形成されている。なお、ハーフエッチングは、エッチング時間の調整により行われる。

【0044】ここで、インク滴吐出圧力をインクに与える圧力発生室12の大きさと、インク滴を吐出するノズル開口11の大きさと、圧力発生室12のインクの流入を制御する狭陰部13の大きさととは、吐出するインク滴の量、吐出スピード、吐出周波数に応じて最適化される。例えば、1インチ当たり360個のインク滴を記録する場合、ノズル開口11や狭陰部13は数十 μm の溝幅で精度よく形成する必要がある。なお、本実施形態では、狭陰部13の深さは圧力発生室12等と同一としたが、例えば、ノズル開口11と同じようにハーフエッチングにより浅く形成してもよい。

【0045】また、連通部14は、後述する共通インク室31と、狭陰部13を介して圧力発生室12とを接続するための中継室であり、ここに後述する封止板20のインク供給連通口21が対応しており、インクはこのインク供給連通口21を介して共通インク室31から供給され、各圧力発生室12に分配される。なお、本実施形態では、連通部14は、各圧力発生室12毎に設けられているが、全部の各圧力発生室12に狭陰部13を介して連通する共通流路としてもよく、この場合、この連通部を後述の共通インク室として作用させてもよい。

【0046】封止板20は、前述のインク供給連通口21が穿設された、厚さが例えば、0.1~1mmで、線膨張係数が300℃以下で、例えば2.5~4.5 [$\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$]であるガラスセラミックスからなる。なお、インク供給連通口21は、図3(a)、(b)に示すように、各連通口14を横断する一のスリット孔21Aでも、あるいは複数のスリット孔21Bであってもよい。封止板20は、一方の面で流路形成基板10の一面を全面的に覆い、シリコン単結晶基板を衝撃や外力から

保護する補強板の役目も果たす。また、封止板20は、他面で共通インク室31の一壁面を構成する。

【0047】共通インク室形成基板30は、共通インク室31の周壁を形成するものであり、ノズル開口数、インク滴吐出周波数に応じた適正な厚みのステンレス板を打ち抜いて作製されたものである。本実施形態では、共通インク室形成基板30の厚さは、0.2mmとしている。

【0048】インク室側板40は、ステンレス基板からなり、一方の面で共通インク室31の一壁面を構成するものである。また、インク室側板40には、他方の面の一部にハーフエッチングにより凹部40aを形成することにより薄肉壁41が形成され、さらに、外部からのインク供給を受けるインク導入口42が打抜き形成されている。なお、薄肉壁41は、インク滴吐出の際に発生するノズル開口11と反対側へ向かう圧力を吸収するためのもので、他の圧力発生室12に、共通インク室31を経由して不要な正又は負の圧力が加わるのを防止する。本実施形態では、インク導入口42と外部のインク供給手段との接続時等に必要な剛性を考慮して、インク室側板40を0.2mmとし、その一部を厚さ0.02mmの薄肉壁41としているが、ハーフエッチングによる薄肉壁41の形成を省略するために、インク室側板40の厚さを初めから0.02mmとしてもよい。

【0049】一方、流路形成基板10の開口面とは反対側の弾性膜50の上には、厚さが例えば、約0.5 μm の下電極膜60と、厚さが例えば、約1 μm の圧電体膜70と、厚さが例えば、約0.1 μm の上電極膜80とが、後述するプロセスで積層形成されて、圧電素子300を構成している。ここで、圧電素子300は、下電極膜60、圧電体膜70、及び上電極膜80を含む部分をいう。一般的には、圧電素子300の何れか一方の電極を共通電極とし、他方の電極及び圧電体膜70を各圧力発生室12毎にパターンニングして構成する。そして、ここではパターンニングされた何れか一方の電極及び圧電体膜70から構成され、両電極への電圧の印加により圧電歪みが生じる部分を圧電体能動部320という。本実施形態では、下電極膜60は圧電素子300の共通電極とし、上電極膜80を圧電素子300の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。何れの場合においても、各圧力発生室毎に圧電体能動部が形成されていることになる。また、ここでは、圧電素子300と当該圧電素子300の駆動により変位が生じる振動板とを合わせて圧電アクチュエータと称する。なお、上述した例では、弾性膜50及び下電極膜60が振動板として作用するが、下電極膜が弾性膜を兼ねるようにしてもよい。

【0050】ここで、シリコン単結晶基板からなる流路形成基板10上に、圧電体膜70等を形成するプロセスを図4および図5を参照しながら説明する。

【0051】図4(a)に示すように、まず、流路形成基板10となるシリコン単結晶基板のウェハを約1100℃の拡散炉で熱酸化して二酸化シリコンからなる弾性膜50を形成する。

【0052】次に、図4(b)に示すように、スパッタリングで下電極膜60を形成する。下電極膜60の材料としては、Pt等が好適である。これは、スパッタリング法やゾルゲル法で成膜する後述の圧電体膜70は、成膜後に大気雰囲気下又は酸素雰囲気下で600～1000℃程度の温度で焼成して結晶化させる必要があるからである。すなわち、下電極膜60の材料は、このような高温、酸化雰囲気下で導電性を保持できなければならず、殊に、圧電体膜70としてPZTを用いた場合には、PbOの拡散による導電性の変化が少ないことが望ましく、これらの理由からPtが好適である。

【0053】次に、図4(c)に示すように、圧電体膜70を成膜する。この圧電体膜70の成膜にはスパッタリング法を用いることもできるが、本実施形態では、金属有機物を溶媒に溶解・分散したいわゆるゾルを塗布乾燥してゲル化し、さらに高温で焼成することで金属酸化物からなる圧電体膜70を得る、いわゆるゾルゲル法を用いている。圧電体膜70の材料としては、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)系の材料がインクジェット式記録ヘッドに使用する場合には好適である。

【0054】次に、図4(d)に示すように、上電極膜80を成膜する。上電極膜80は、導電性の高い材料であればよく、Al、Au、Ni、Pt等の多くの金属や、導電性酸化物等を使用できる。本実施形態では、Ptをスパッタリングにより成膜している。

【0055】次に、図4(e)に示すように、各圧力発生室12それぞれに対して圧電素子を配設するように、上電極膜80および圧電体膜70のパターニングを行う。図4(e)では圧電体膜70を上電極膜80と同一のパターンでパターニングを行った場合を示しているが、上述したように、圧電体膜70は必ずしもパターニングを行う必要はない。これは、上電極膜80のパターンを個別電極として電圧を印加した場合、電界はそれぞれの上電極膜80と、共通電極である下電極膜60との間にかかるのみで、その他の部位には何ら影響を与えないためである。しかしながら、この場合には、同一の排除体積を得るためには大きな電圧印加が必要となるため、圧電体膜70もパターニングするのが好ましい。また、この後、下電極膜60をパターニングして不要な部分を除去する。

【0056】次いで、図5(a)に示すように、上電極膜80の周縁部および圧電体膜70の側面を覆うように絶縁体層90を形成する。この絶縁体層90の好適な材料は上述した通りであるが、本実施形態ではネガ型の感光性ポリイミドを用いている。

【0057】次に、図5(b)に示すように、絶縁体層

90をパターニングすることにより、各連通部14に対向する部分に窓90aを形成する。この窓90aは、後述するリード電極100と上電極膜80との接続をするためのものである。

【0058】次に、例えば、Cr-Auなどの導電体を全面に成膜した後、パターニングすることにより、リード電極100を形成する。

【0059】以上が膜形成プロセスである。このようにして膜形成を行った後、図5(c)に示すように、前述したアルカリ溶液によるシリコン単結晶基板の異方性エッチングを行い、圧力発生室12等を形成する。なお、以上説明した一連の膜形成および異方性エッチングは、一枚のウェハ上に多数のチップを同時に形成し、プロセス終了後、図1に示すような一つのチップサイズの流路形成基板10毎に分割する。また、分割した流路形成基板10を、封止板20、共通インク室形成基板30、およびインク室側板40と順次接着して一体化し、インクジェット式記録ヘッドとする。

【0060】このように構成したインクジェットヘッドは、図示しない外部インク供給手段と接続したインク導入口42からインクを取り込み、共通インク室31からノズル開口11に至るまで内部をインクで満たし後、図示しない外部の駆動回路からの記録信号に従い、リード電極100を介して下電極膜60と上電極膜80との間に電圧を印加し、弾性膜50、下電極膜60及び左電体膜70とをたわみ変形させることにより、圧力発生室12内の圧力が高まりノズル開口11からインク滴が吐出する。

【0061】ここで、本実施形態におけるリード電極100と上電極膜80との接続部であるコンタクト部と圧力発生室12との位置関係を図6に示す。

【0062】図6に示すように、本実施形態では、圧電体膜70および上電極膜80は、圧力発生室12、狭陰部13および連通部14の形状にほぼ対応するようにパターニングされており、各圧電素子300は、圧力発生室12上に位置する駆動部320と、狭陰部13上に位置するリード部321と、連通部14上に位置するコンタクト形成部322とを含み、コンタクト形成部322上に絶縁体層90の窓90aが形成され、この窓90a内でリード電極100と接続されている。すなわち、リード電極100との接続部を形成するコンタクト形成部322が圧力発生室12に対向しない連通部14に対向する位置に形成されている。

【0063】従って、圧力発生室12に対向する位置にはリード電極100との接続部が形成されないで、圧力発生室12に連通する流路と対向する領域に形成されているので、結果的に、圧力発生室12に対応する駆動部320の変位が大きくなり、圧力発生室12での排除体積が大きくなり、また、駆動によるクラック、破壊等の虞がない。

【0064】また、リード電極100との接続部を形成したコンタクト形成部322が比較的面積が小さい連通部14に対向する位置に形成されているので、コンタクト形成部322自体の変位がほとんどなく、コンタクト形成部322のクラックの発生、破壊等の虞もない。

【0065】さらに、コンタクト形成部322を連通部14に対向する位置に設けたことでコンプライアンスがほとんどなくなり、圧電素子300による圧力をインク吐出に有効に利用できることができる。

【0066】しかしながら、特に、リード部321の両端と駆動部320およびコンタクト形成部322との境界部分には応力が集中しやすいが、この部分でのクラック等の発生をさらに防止するためは、図7～図9の構成を採るようにしてもよい。

【0067】すなわち、図7に示すように、上電極膜80は、上述したように、圧力発生室12、狭陰部13および連通部14の形状にほぼ対応するようにパターンニングするが、圧電体膜70は、狭陰部13に対向する部分も圧力発生室12および連通部14に対向する部分と同一の幅にパターンニングしてもよい。このようにすると、圧電体膜70は、狭陰部13の部分でインク流路外まで覆うようになるので、圧力発生室12および連通部14に対向する部分との境界でのクラックがさらに発生しにくくなる。

【0068】また、図8に示すように、圧電体膜70および上電極膜80のリード部321と駆動部320およびコンタクト形成部322との境界部分である外縁部323をR形状にしてもよい。このようにすると、境界部でのクラックがさらに発生し難くなる。

【0069】さらに、上述した実施形態で各圧力発生室12に対応して別々に形成されている連通部14を、図9に示すように、共通の連通部14Aとしてもよい。この場合、コンタクト形成部322の拘束力が低減するため振動を更に抑えることができ、リード部321との境界でのクラック等がさらに発生し難くなる。

【0070】なお、図7～図9の構成を適宜組み合わせてもよいことはいうまでもない。

【0071】（他の実施形態）以上、本発明の一実施形態を説明したが、インクジェット式記録ヘッドの基本的構成は上述したものに限定されるものではない。

【0072】例えば、上述した封止板20の他、共通インク室形成板30をガラスセラミックス製としてもよく、さらには、薄肉壁41を別部材としてガラスセラミックス製としてもよく、材料、構造等の変更は自由である。

【0073】また、上述した実施形態では、ノズル開口11を流路形成基板10の端面に形成しているが、面に垂直な方向に突出するノズル口を形成してもよい。

【0074】このように構成した実施形態の分解斜視図を図10、その流路の断面を図11にそれぞれ示す。こ

の実施形態では、ノズル開口11が圧電素子とは反対のノズル基板120に穿設され、これらノズル開口11と圧力発生室12とを連通するノズル連通口22が、封止板20、共通インク室形成板30および薄肉板41Aおよびインク室側板40Aを貫通するように配されている。

【0075】なお、本実施形態は、その他、薄肉板41Aとインク室側板40Aとを別部材とし、インク室側板40Aに開口40bを形成した以外は、基本的に上述した実施形態と同様であり、同一部材には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【0076】ここで、この実施形態においても、絶縁体層90の窓90aは、連通部14に対向する位置に形成され、この窓90aを介してリード電極100との接続部が形成されている。従って、圧力発生室12に対向する領域にはリード電極100との接続部が形成されないため、上述した実施形態と同様の効果を奏する。

【0077】また、以上説明した各実施形態は、成膜およびリソグラフィプロセスを応用することにより製造できる薄膜型のインクジェット式記録ヘッドを例にしたが、勿論これに限定されるものではなく、例えば、基板を積層して圧力発生室を形成するもの、あるいはグリーンシートを貼付もしくはスクリーン印刷等により圧電体膜を形成するもの、又は結晶成長により圧電体膜を形成するもの等、各種の構造のインクジェット式記録ヘッドに本発明を採用することができる。

【0078】また、圧電素子とリード電極との間に絶縁体層を設けた例を説明したが、これに限定されず、例えば、絶縁体層を設けずに、各上電極に異方性導電膜を熱溶着し、この異方性導電膜をリード電極を接続したり、その他、ワイヤボンディング等の各種ボンディング技術を用いて接続したりする構成としてもよい。

【0079】このように、本発明は、何れにしても、圧電素子とリード電極との接続部を圧力発生室に対向する領域外で、圧力発生室に連通する流路と対向する領域に設けることにより、本発明の効果を奏することができ、その趣旨に反しない限り、種々の構造のインクジェット式記録ヘッドに応用することができる。

【0080】また、これら各実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、インクカートリッジ等と連通するインク流路を具備する記録ヘッドユニットの一部を構成して、インクジェット式記録装置に搭載される。図12は、そのインクジェット式記録装置の一例を示す概略図である。

【0081】図12に示すように、インクジェット式記録ヘッドを有する記録ヘッドユニット1A及び1Bは、インク供給手段を構成するカートリッジ2A及び2Bが着脱可能に設けられ、この記録ヘッドユニット1A及び1Bを搭載したキャリッジ3は、装置本体4に取り付けられたキャリッジ軸5に軸方向移動自在に設けられてい

る。この記録ヘッドユニット 1 A 及び 1 B は、例えば、それぞれブラックインク組成物及びカラーインク組成物を吐出するものとしている。

【0082】そして、駆動モータ 6 の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト 7 を介してキャリッジ 3 に伝達されることで、記録ヘッドユニット 1 A 及び 1 B を搭載したキャリッジ 3 はキャリッジ軸 5 に沿って移動される。一方、装置本体 4 にはキャリッジ軸 5 に沿ってプラテン 8 が設けられており、図示しない給紙ローラなどにより給紙された紙等の記録媒体である記録シート S がプラテン 8 に巻き掛けられて搬送されるようになっている。

【0083】

【発明の効果】以上説明したように本発明においては、圧電素子へ電圧を印加するためのリード電極と当該圧電素子との接続部を、圧力発生室に対向する領域以外に設けることにより、圧電アクチュエータの変位量を大きくすることができる。その結果、圧力発生室での排除体積が大きくなり、圧力発生室に対向する領域に接続部が存在しないので、駆動によるクラック、破壊等の虞がないという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態 1 に係るインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図 2】本発明の実施形態 1 に係るインクジェット式記録ヘッドを示す図であり、図 1 の平面図および断面図である。

【図 3】図 1 の封止板の変形例を示す図である。

【図 4】本発明の実施形態 1 の薄膜製造工程を示す図である。

【図 5】本発明の実施形態 1 の薄膜製造工程を示す図である。

【図 6】本発明の実施形態 1 の要部を示す平面図である。

【図 7】本発明の実施形態 1 の変形例を示す要部平面図である。

【図 8】本発明の実施形態 1 の変形例を示す要部平面図である。

【図 9】本発明の実施形態 1 の変形例を示す要部平面図である。

【図 10】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

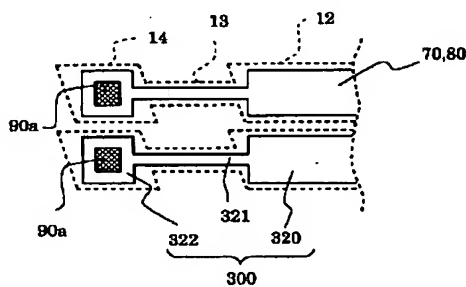
【図 11】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドを示す断面図である。

【図 12】本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録装置の概略を示す斜視図である。

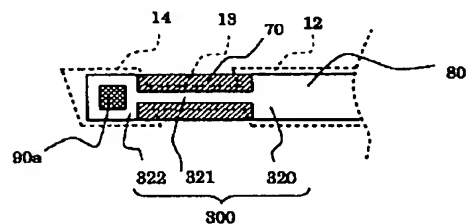
【符号の説明】

- 10 流路形成基板
- 11 ノズル開口
- 12 圧力発生室
- 13 狭隙部
- 14 連通部
- 50 弾性膜
- 60 下電極膜
- 70 圧電体膜
- 80 上電極膜
- 90 絶縁体層
- 90a コンタクトホール
- 100 リード電極
- 300 圧電素子

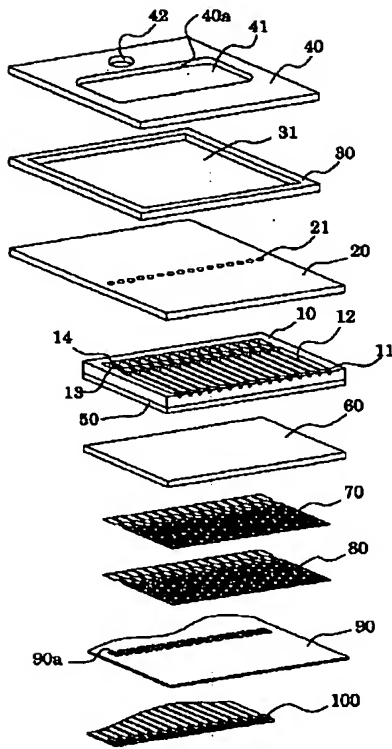
【図 6】



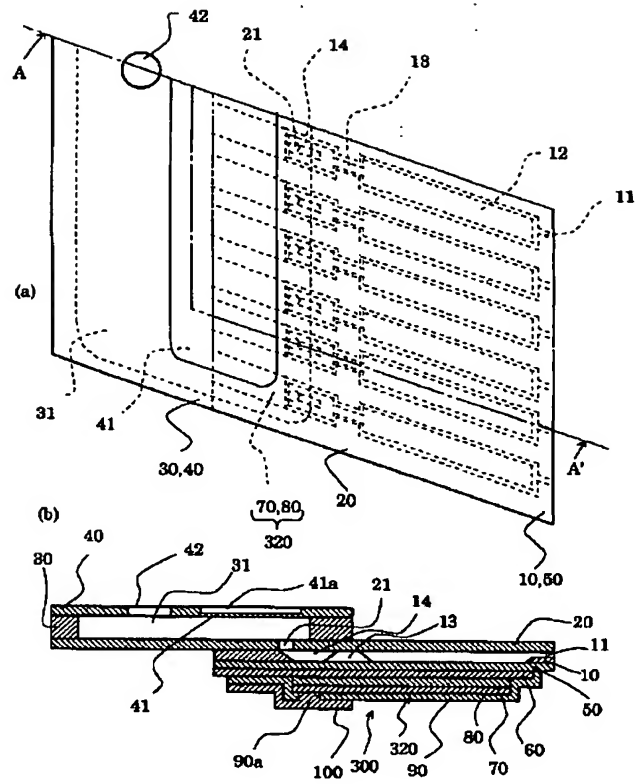
【図 7】



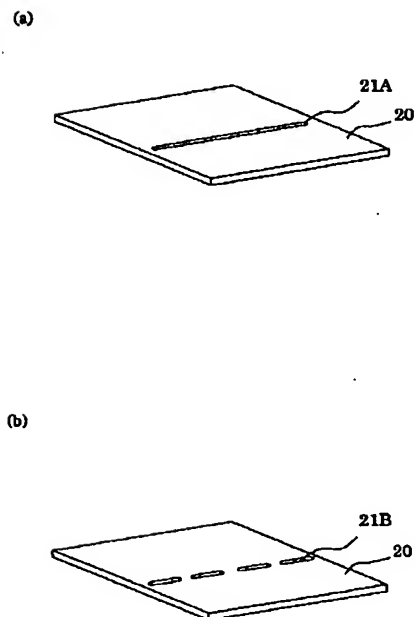
【図1】



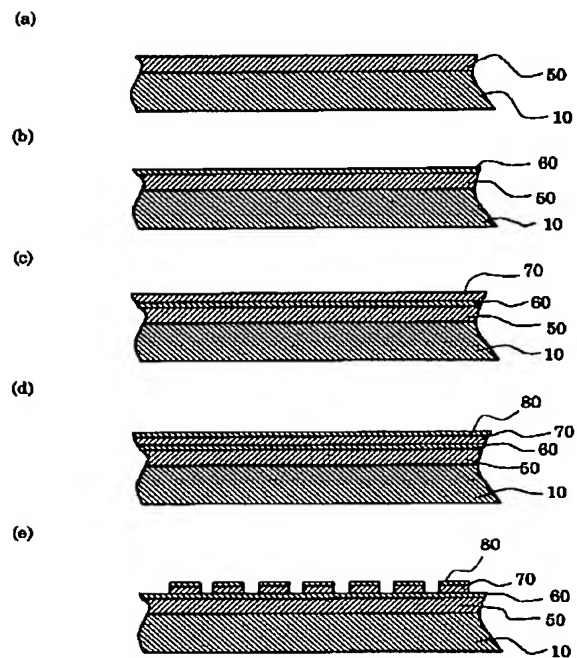
【図2】



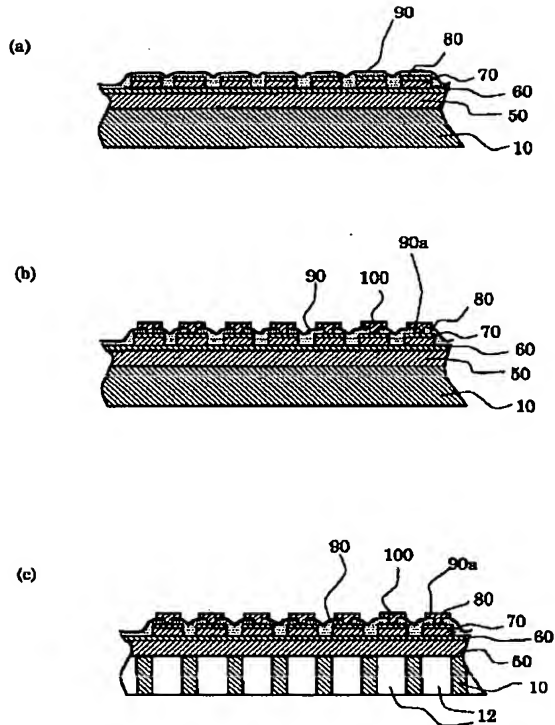
【図3】



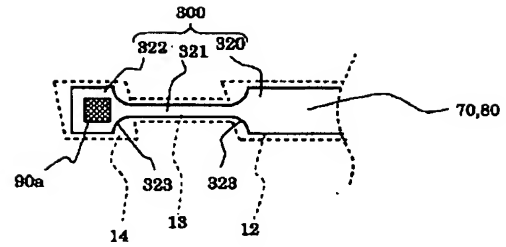
【図4】



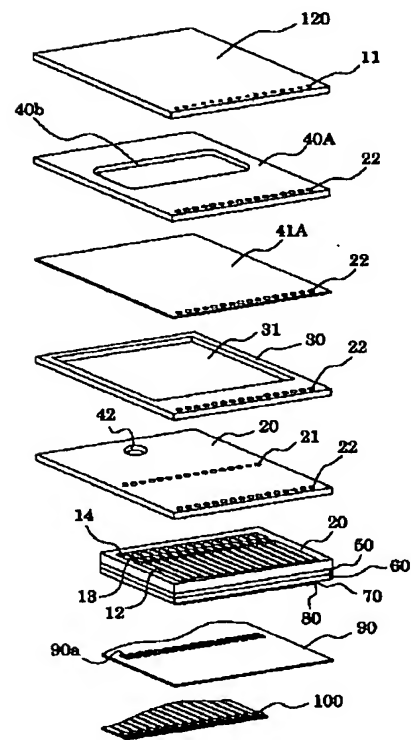
【図5】



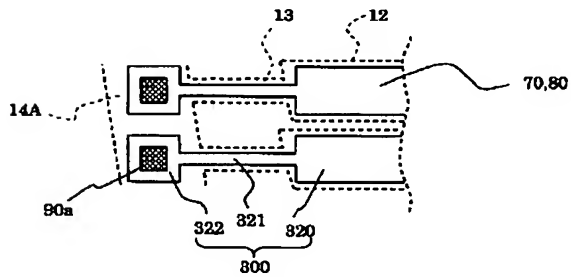
【図8】



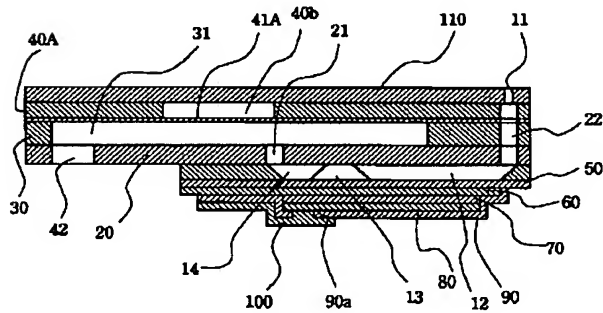
【図10】



【図9】



【図11】



【図12】

